

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

Aula 01

## Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

### INTRODUÇÃO

- ▶ Início da agricultura há 10.000 anos;
- ▶ Domesticação - seleção contra: deiscência e dormência.



Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

- ▶ **Homem depende das plantas:**
  - Alimentação (direta e indireta);
  - Vestuário;
  - Combustível;
  - Remédios.

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**AUMENTO DA POPULAÇÃO**

Pressão

↓

Aumento da produção:  
aumento da produtividade;  
expansão da área cultivada.

**Melhoramento genético**

↓

Genótipos:  
uniformes;  
número reduzido.

Monocultivo

↓

Vulnerabilidade genética:  
ficar sujeito ao ataque de pragas, doenças, problemas ambientais.

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**FUNTE DE ALIMENTO**

300.000 espécies descritas

↓

3.000 já usadas como alimentos

↓

Hoje: 300 espécies  
15 espécies = 90% de toda alimentação

↓

↓ diversidade de espécies

↓

Erosão genética

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**15 Espécies ⇔ 90% de toda a alimentação**

<p>Cana</p> <p>Banana</p> <p>Beterraba</p> <p>Soja</p> <p>Feijão</p>	<p>Arroz</p> <p>Sorgo</p> <p>Milho</p> <p>Trigo</p> <p>Cevada</p>	<p>Amendoim</p> <p>Coco</p> <p>Batata doce</p> <p>Batata</p> <p>Mandioca</p>
--	---	--

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### EROSÃO GENÉTICA

- Irreversível;
- Perda de genótipos ou genes (variabilidade).

**Exemplo:** Passo antes da extinção (áreas degradadas). Pode ocorrer:

- Condições naturais ⇔ queimadas, represas, estradas;
- Banco de germoplasma ⇔ má preservação = perda de germinação;
- Programas de melhoramento ⇔ seleção intensa.

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### UNIFORMIDADE GENÉTICA

Ocorre quando todos os membros de uma população têm uma constituição ou genótipos semelhantes.

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### HISTÓRICO



IRLANDA (1840)



Clones de batata -  
*Phytophthora infestans*  
(fungo)

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma



FRANÇA (1860)  
Videira - *Phytophthora*  
(pulgão de raiz)  
porta enxerto americano



EUA (1970)  
Milho  
(citoplasma Texas)  
*Helminthosporium maydis*

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma



NO BRASIL (1928)

Seringueira - *Microcyclus ulei* (Mal das folhas)  
Fungo ocorrência natural - plantas dispersas  
Plantio adensado + condições ambientais =  
EPIDEMIA

Aula 1.1

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### DIVERSIDADE GENÉTICA

#### SOLUÇÃO:

➤ **Bancos de germoplasma:** locais onde são guardados os genes das plantas (sistemas vivos) ⇔ coleções:

- Mantém a diversidade genética ⇔ variedade de genes e genótipos dentro de uma espécie particular;
- Destinado a: coletar, preservar, caracterizar, distribuir, avaliar e regenerar.

Aula 1.2

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

**No Brasil:**

➤ **CENARGEN/ EMBRAPA** - Coordena os bancos de germoplasma:

- **IAC** - amendoim, café e palmito;
- **ESALQ/USP** - orquídeas e maracujá;
- **EMRAPA/Soja** - soja e girassol;
- **EMRAPA/Milho e Sorgo** - milho e sorgo.

**No mundo:**

➤ **IBPGR** - (Comitê Internacional de Recursos Genéticos de Plantas) coordena:

- **CIMMYT** (México) - milho e trigo;
- **CIAT** (Colômbia) - feijão.

Aula 1.2

➤ **Comitê da vulnerabilidade genética (EUA-1970):**

- Avaliar situação país;
- Dependência de número reduzido cultivares:
  - algodão (6) = 68% da área plantada;
  - trigo (6) = 41% da área plantada;
  - milho (6) = 71% da área plantada.

**PORTANTO: Produção agrícola vulnerável geneticamente**

Aula 1.2

➤ **Avaliação da diversidade genética - América Latina (1987):**

▪ Coordenado por Paterniani: 40 especialistas (Brasil) + 14 outros países:

Escala subjetiva  
(0 a 100)

LI = linhagem autógama  
LS = muitas variedades de polinização livre de alógamas

Resultado

Brasil 75%  
Demais países 50%      Diversidade nas variedades utilizadas

Aula 1.2

**Variabilidade genética de espécies autógamas, alógamas e de reprodução vegetativa (assexual) na América Latina.**

Cultura	Nível de variação genética existente	Conservação em bancos de germoplasma	Base genética das variedades cultivadas	Nível de diversidade
<b>Autógamas</b>				
Trigo	Alta	Ótima	Restrita	15
Soja	Alta	Ótima	Restrita	15
Feijão	Alta	Ótima	Normal	25
<b>Alógamas</b>				
Milho	Alta	Intermediária	Ampla	90
Forrageiras	Alta	Deficiente	Restrita	60
Cucurbitáceas	Alta	Intermediária	Normal	40
<b>Reprodução Vegetativa</b>				
Cana	Alta	Boa	Normal	50
Batata doce	Alta	Boa	Restrita	15
Banana	Reduzida	Deficiente	Restrita	5

Fonte: Adaptada de Paterniani (1987).

Aula 1.2

**CONSIDERAÇÕES:**

➤ Conservação variabilidade em bancos de germoplasma:

- **Autógama** ⇒ ótima;
- **Alógama e reprodução vegetativa** ⇒ intermediária a deficiente (difícil manutenção).

Aula 1.2

**CONCEITOS:**

- **GENE** - unidade hereditária em todos os indivíduos;
- **GENÓTIPO** - constituição genética de um organismo (conjunto de genes);
- **GERMOPLASMA** - conjunto de genótipos de plantas afins (mesma espécie).

Aula 1.2

### Diversidade biológica (3 pontos de vista):

- **Diversidade genética** ⇨ nível de genes e cromossomos;
- **Diversidade de espécies** ⇨ refere-se ao grande número de tipos diferentes de plantas;
- **Diversidade ecológica** ⇨ refere-se a muitos tipos diferentes de comunidade de plantas e as relações entre elas.

Aula 1.2

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### Nicolai Ivanovich Vavilov, 1926.

Quantificação e distribuição da diversidade das espécies no mundo.



Aula 1.2

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### CENTROS DE ORIGEM

Local onde as espécies se originaram e evoluíram (espécies apareceram em locais específicos).

### CENTROS DE DIVERSIDADE

Locais com maior variabilidade da espécie (o centro de origem pode ter desaparecido ⇨ migração da espécie).

### Importância:

- Ecologia ⇨ áreas de proteção e conservação;
- Melhoramento ⇨ aproveitamento da variabilidade.

**“Caderneta de poupança” ⇨ preserva genes.**

Aula 1.3

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### VARIABILIDADE



future

Alimente-se Bem:  
A História dos Alimentos

Aula 1.3

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:



Fonte: VAVILOV (1926).

1. Chinês; 2. Indiano; 2a. Indo-malaio; 3. Asiático Central; 4. Oriental Próximo; 5. Mediterrâneo; 6. Abissínio; 7. Mexicano do Sul e Centro-Americano; 8. Sul-Americano; 8a. Chilote; e 8b. Brasileiro-paraguaio.

Aula 1.3

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:

1. **Chinês:** Soja; Feijão.
2. **Índiano** ⇨ 2a. **Indo-malaio:** Arroz; Banana; Manga; Cana.
3. **Ásiático Central:** Linho; Ervilha; Uva.
4. **Oriental Próximo:** Aveia; Alface.
5. **Mediterrâneo:** Beterraba; Brassicas.
6. **Ábissínio:** Café; Melância.

Aula 1.3

Divergência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:**

- 7. Mexicano do Sul e Centro-Americano:**  
Algodão; Feijão; Mamão; Milho.
- 8. Sul-Americano** ⇔ Peru, Equador e Bolívia:  
Batata; Goiaba; Tomate.
- 8a. Chilóe:** Morango.
- 8b. Brasil-Paraguai:** Abacaxi (*Ananas comosus*); Amendoim (*Arachis hypogea*); Cacau (*Theobroma cacao*); Mandioca (*Manihot esculenta*); Maracujá (*Passiflora edulis*); Seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Aula 1.3

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**Fontes de diversidade genética:**

- Parentes silvestres;
- Populações locais e cultivares;
- Primitivas;
- Cultivares obsoletas;
- Linhagens avançadas, mutações;
- Outros produtos dos programas de melhoramento;
- Cultivares modernas.

↓ Domesticação ↑ Base Genética

“POOL” genético  
↓  
Variabilidade passada e presente

Aula 1.3

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

<http://www.scidev.net/global/agriculture/news/creole-maize-adaptation-secrets.html>



Lucina Melesio  
10/março/2017

Aula 1.3

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**ATIVIDADES RELACIONADAS COM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS**

- 1. Intercâmbio de Germoplasma e Quarentena**
  - (Regulamentos fitossanitários).
- 2. Coleta de Germoplasma**
  - Tipos de Locais: hortas, pomares, mercados, habitats silvestres;
  - Prioridades de Coleta: variedades obsoletas, raças locais, áreas com mudanças severas;
  - Dados de Coleta : **PASSAPORTE** (completo).

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**COLETA:**

População

$Ne = n / 1 + f$

Coleta ao acaso de n indivíduos:

$Ne = 100$	$f = 0$	$n = 100$
$Ne = 100$	$f = 1$	$n = 200$

- $n$  = n° de plantas (tamanho físico);
- $Ne$  = tamanho efetivo populacional (representa o n° do ponto de vista genético);
- $f$  = coeficiente de endogamia da espécie (marcador).

**(Vencovsky & Crossa, 1999 e 2003)**

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO  
Prof. José Baldin Pinheiro

**3. Caracterização:**

- **Agromômica** - descritores fenotípicos;
- **Molecular** - utilização de marcadores moleculares.

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

#### 4. Avaliação de germoplasma

##### Características de interesse

##### ETAPAS:

- Correta identificação botânica (padrão da espécie);
- Cadastro de acessos por espécie (detecta duplicata);
- Caracterização de caracteres com alta herdabilidade;
- Avaliação preliminar;
- Avaliação complementar ⇔ experimentos com equipes multidisciplinares.

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

#### 5. Documentação (informática):

- Dados de fácil recuperação e compreensíveis;
- Estimativas de documentação:
  - acessos sem dados de passaporte = 65%;
  - acessos sem dados de caracterização = 80%;
  - acessos sem dados de avaliação = 95%;
  - acessos com dados extensivos = 1%.

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

#### 6. Conservação

##### a) Tipos de Coleção:

- Coleção Base: longo prazo (segurança nacional);
- Coleção Ativa: curto e médio prazo (BAG);
- Coleção Nuclear: representa a variabilidade genética da espécie (ex: arroz);
- Coleção de Trabalho: melhorista .

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

#### 6. Conservação

##### b) Tipos de Sementes:

- Ortodoxas: suportam redução 4 a 6% de U, -18 a -20°C;
- Recalcitrantes: não suportam redução na umidade. Ex: manga, seringueira, abacate, café, citros, cacau e coco.

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

#### 6. Conservação

##### c) Tipos de Conservação:

- in situ** - na natureza, ou seja, no local de origem;
- ex situ** - fora do local de origem banco de sementes (câmaras frias) - mais barato - sementes ortodoxas;

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

- in vitro** - cultura de tecidos (reprodução vegetativa e sementes recalcitrantes).



**Princípio meio de cultura:**  
redução da concentração de nutrientes, inclusive fonte de Carbono, temperatura de 4 a 10°C, baixa luminosidade - redução do metabolismo.

Atala 1.4

Diversência Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

▪ **in vitro** - cultura de tecidos (reprodução vegetativa e sementes recalcitrantes).

➤ **Vantagens da conservação in vitro:**

- Facilita o intercâmbio de germoplasma;
- Espaço físico pequeno;
- Limpeza clonal - isenção de doenças.

➤ **Desvantagens da conservação in vitro :**

- Variação somaclonal;
- Custo elevado.

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

▪ **in vitro** - criopreservação: Conservação do material em ultra baixas temperaturas (-196 ° C), em nitrogênio líquido.

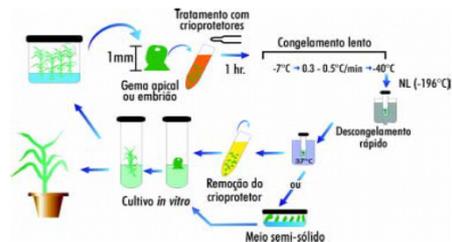


Diagrama mostrando as diferentes etapas do congelamento lento (metodologia clássica).

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

▪ **in vitro** - criopreservação: Conservação do material em ultra baixas temperaturas (-196 ° C), em nitrogênio líquido.

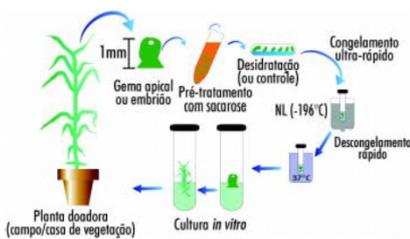


Diagrama mostrando as diferentes fases do congelamento rápido (metodologia contemporânea).

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

▪ **in vivo** - no campo.

➤ Sementes recalcitrantes e plantas propagadas vegetativamente.

**CENARGEN/ EMBRAPA**

- Câmaras frias - 70.000 acessos (coleção base);
- Duplicatas internacionais (feijão e cevada);
- *In vitro* - 4.000 acessos (mandioca, batata, banana, morango, aspargo);
- Criopreservação (pau-rosa, castanha do Brasil, pinheiro do Paraná);
- Pólen (café e manga).

Aula 1.4

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

**BIBLIOGRAFIA**

1. ALLARD, R. W. Cap.3 - Introdução e cultivo de plantas. In: \_\_\_\_\_ **Princípio do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. pp.16-24.
2. BORÉM, A. Cap.4 - Variabilidade Genética. In: \_\_\_\_\_ **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. pp.47-88.
3. FEHR, W. R. Cap.11 Plant introduction and genetic diversity. In: \_\_\_\_\_ **Principles of cultivar development**. Vol.1. Theory and technique. New York: Macmillan, 1987. pp.11-25.

Aula 1.5

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

**BIBLIOGRAFIA**

4. HOYT ERICH, Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas, Roma, FAO, 1992. 52p.
5. MORALES, E. A. V.; VALOIS A. C. C.; NASS, L. L. Recursos genéticos vegetales. Brasília: Embrapa, 1997. 79p.
6. NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) Recursos genéticos e melhoramento. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. pp.29-56.
7. NASS, L.L. Recursos Genéticos Vegetais (Org.). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2007, 858 p.

Aula 1.5

Diversificação Genética: centros de diversidade, coleção e uso de germoplasma

### BIBLIOGRAFIA

8. PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Espécies selvagens e sua utilização no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.
9. MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) Recursos genéticos e melhoramento. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. pp.79-100.
10. VAVILOV, N. I. Centros de origem das plantas cultivadas; tradução e compilação por LAM-Sánchez, A. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 45p.
11. WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. (Editores) Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2005, 778p.

Aula 1.5

Aula 01

**Obrigado!**  
**[jbaldin@usp.br](mailto:jbaldin@usp.br)**